

CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING

Volume 2020 | Number 2

Article 5

June 2020

THE POSSIBILITIES OF USING LOESS CLAY OF KATTABOG DEPOSIT IN THE PRODUCTION OF CERAMIC PRODUCTS

RUZIBAEV Bahrom

Tashkent Chemical-Technological Institute, bahrom_smd@mail.ru

SALOXIDINOVA Salima

Tashkent Chemical-Technological Institute, dilshodbek_1001@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

 Part of the [Materials Science and Engineering Commons](#)

Recommended Citation

Bahrom, RUZIBAEV and Salima, SALOXIDINOVA (2020) "THE POSSIBILITIES OF USING LOESS CLAY OF KATTABOG DEPOSIT IN THE PRODUCTION OF CERAMIC PRODUCTS," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2020 : No. 2 , Article 5.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2020/iss2/5>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

THE POSSIBILITIES OF USING LOESS CLAY OF KATTABOG DEPOSIT IN THE PRODUCTION OF CERAMIC PRODUCTS

Bahrom RUZIBAEV (bahrom_smd@mail.ru), **Salima SALOXIDINOVA** (dilshodbek_1001@mail.ru)
Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan

The aim of the research was to determine the properties of loess clay in Kattabog deposit (Uzbekistan) to identify possible areas of use. Modern methods of physicochemical analysis are used: spectroscopic, x-ray phase, electron microscopic methods of analysis. The research results showed that the main phases of clay are hydromica, quartz, kaolinite, calcite and orthoclase. Based on the research, it can be stated that the clay of Kattabog deposit has good physical and technical properties and mineralogical composition, which is a valuable raw material for the production of various ceramics, bricks, tiles, majolica and other products.

Keywords: loess clay, phase composition, structure, sintering interval

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕССОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАТТАБОГ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Баҳром РУЗИБАЕВ (bahrom_smd@mail.ru), **Салима САЛОХИДИНОВА** (dilshodbek_1001@mail.ru)
Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан

Целью исследований являлось определение свойств лессовых глин месторождения Каттабог (Узбекистан) для выявления возможных направлений использования. Используются современные методы физико-химического анализа: спектроскопический, рентгенофазовый, электронно-микроскопический методы анализа. Результаты исследований показали, что основными фазами глин являются гидрослюда, кварц, каолинит, кальцит и ортоклаз. На основе проведенных исследований можно констатировать, что глина месторождения Каттабог обладает хорошими физико-техническими свойствами и минералогическим составом, который является ценным сырьем для производства различной керамики, кирпичей, плиток, майолики и других изделий.

Ключевые слова: лессовая глина, фазовый состав, структура, интервал спекания

KERAMIKA MAHSULOTLARINI ISHLAB CHIQRISHDA KATTABOG' SOZTUPROG'INING IMKONIYATLARI

Bahrom RUZIBAEV (bahrom_smd@mail.ru), **Salima SALOXIDINOVA** (dilshodbek_1001@mail.ru)
Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent, Uzbekistan

Tadqiqotning maqsadi, Kattabog' (O'zbekiston) soz tuprog'ining xususiyatlarini tatqiq qilish va ulardan foydalanish sohalarini aniqlashdan iborat. Zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari - rentgeno-spektral metodi, rentgen fluorescent spektrometr, elektron mikroskopik tasvir va IQ spektroskopik tahlillar bilan Kattabog' soz tuprog'ining fazali tarkibi aniqlandi. Tadqiqot natijalari tuproqlarning asosiy fazalari gidroslyudalar, kvarts, kaolinit, kalsit va ortoklazlardan iborat ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqotga ko'ra, Kattabog soz tuprog'i yuqori fizik-texnik xususiyatlarga ega va turli xil keramika, g'isht, koshin, mayolika va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish uchun qimmatbaho xom ashyo ekanligini ta'kidlash mumkin.

Kalit so'zlar: lyoss-tuproq, faza tarkibi, tuzilishi, pishish oralig'i

Kirish

Keramika mahsulotlari xususan, mayolika ishlab chiqarishda tuproq asosiy xom ashyo bo'lib, bunday tuproqlar mamlakatimiz hududlarida mavjud. O'zining foydali qazilmalari bilan Markaziy Osiyoda eng yetakchi o'rnlarda egallagan mamlakatimizda ulardan unumli foydalanish, xom ashyo ma'danlarining yangi konlarini ochish, kompleks foydalanish, xomashyolarni boyitish texnologiyalarini ishlab chiqib sanoatni shu xom ashyolar asosida ta'minlash bugungi kundagi soha mutaxassislarining olidida turgan eng ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi.

Mayolika keramikaning noodatiy bir turi bo'lib, -neolit davrida paydo bo'lgan xalq ijodiyoti hisoblanadi [1-5]. Fors va Xitoyda ishlab chiqarilgan kulolchilik buyumlari X asrga kelib Ispaniya, Italiyada ishlab chiqarilgan, Amerikaga Ispan mustamlakasi boshlanganidan so'ng kelgan bo'lib, bu yerda "Ispan etnikligi va mavqeining ramzi" sifatida talqin qilingan [6]. XII asrdan boshlab mayolikadan qilingan rasmlar polga yotqizilgan va fasadlarni bezagan, XVI asrda uy jononlarida mayolika mahsulotlari bilan bezalgan. Boshqacha qilib aytganda, mustamlakachilikni moddiy madaniyat va keramika yaratish va undan foydalanishning odatiy amaliyoti nuqtai nazaridan tushunishi mumkin, bu mustamlaka hayotining murakkab ijtimoiy dinamikasini tushunish uchun juda mos materiallar sinfidir [7]. XVI asrning oxiriga kelib, Amerikada qalay qo'rg'oshinli shisha keramika ishlab chiqarish boyicha ko'plab markazlar tashkil etildi va

keng ilmiy tadqiqotlar ularning Meksikada ham Panamada ham qanday rivojlanganligini ko'rsatdi [8-13]. Orvito (Qadimgi Italiya) Arxetik (qadimiy) mayolikasining 19 ta namunasi o'rganilgan ular quyidagi arxeologik kriteriyalarga ko'ra, tavsiflanadi. Yashil va malla dekoratsiyalarga ega 5 ta shaffof sirlangan fragmentlar (XII asrning birinchi yarmi) 8 ta yashil shaffof fragmentlar (XIII asr) va yashil vaa malla dekoratsiyalarga ega 6 ta yaltiroq sirlangan fragmentlar (XII asrning ikkinchi yarmi). Barcha namunalarda 13—20 % gacha Ca komponentlari bilan boyitilgan CaO ishlatilgan. Joylarda o'tkazilgan tahlillar asosida tipik tarkib mavjud ya'ni: PbO 55-65, SiO₂ 31-35 %. Sn sirlarining 10 xil turi 4-17 % konsentratsiyaga ega, sir massasining SnO kristallarga to'g'ri keladi. Dekoratsiya masalasiga kelsak, yashil rang misning mavjudligi, marganesning borligi esa jigarrangni hosil qiladi [14]. Tarixiy manbalarda, XVI asrda mayolika buyumlari rivojlanganini ko'rsatmoqda. Mayolika buyumlari kimyoviy mineralogik tarkibidan bir-biri bilan farq qilishi iqlimga sharoitiga bog'liq bo'lib, asosiy xomashyo hisoblanadigan tuproqlar bir-biridan farq qiladi. Yevropa mamlakatlari bilan taqqoslanganda, keramik mayolika namunalari O'zbekiston hududida ham keng tarqalgan, biz buni Samarqand va Buxoroning qadimiy yodgorliklari-obida koshinlarida sirlangan qadimgi mayolika yodgorliklaridan ko'rishimiz mumkin.

Mayolika buyumlarni tayyorlashda qora tuproq asosiy xomashyo bo'lib, uni yuzasini

1-jadval

Jizzax viloyati Kattabog' soztuprog'i kimyoviy tarkibi

Oksidlar miqdori, %									
Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	namlik	Summa
2,089	3,054	13,36	58,67	0,1073	2,516	10,29	5,264	4,6497	100

2-jadval

Kattabog' soztuprog'ining elektron mikraskopdagi spektr tahlili

№	Elementlar, mass. %											
	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Cr	Fe	Summa
Spektr 1	46.76	0.68	1.80	6.11	19.34	0.18	2.76	12.02	0.49	0.36	9.50	100.00
Spektr 2	53.81	0.88	2.36	7.56	21.14	-	2.60	6.78	0.43	-	4.44	100.00

sirlashda har xil rangdagi emallardan foydalanilgan. Qora loy sirni o'ziga yaxshi tortib olgan, bo'rtib ishlangan rasmi buyumlar esa nam holatida tushirilgan. Mayolika buyumlarida boyoqlar yaxshi saqlanmagan buni XVI asrda qurilgan Buxoro obidalarida ko'rishimiz mumkin. Ba'zi hollarda rangli mayolika koshinlari tilla kukuni bilan bezatilgan. Oltinning nozik chiziqlari asal bilan tayyor koshinga yopishtirilgan bo'lib, sirni yengil qoplanishi uchun oldin kuydirib olingan. Bu jarayonda asal oltin massasiga presslash natijasida mustahkam biriktirilgan.

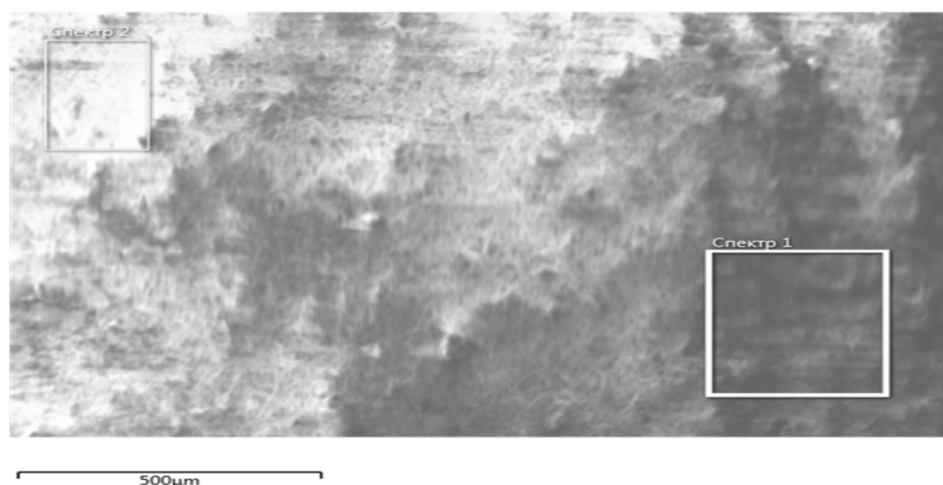
Dunyo miqyosida ko'pgina olimlar mayolika namunalarini o'rganayotgan bo'lishiga qaramay, haligacha uning asl tarkibi sir bo'lib kelmoqda. Zamonaviy mayolikalar eritiladigan gillardan tayyorlanib, mayolika massasining tarkibi: tuproq-63,68, bo'r -29, kvars qoldig'i-5-17, util sinig'i-7 dan iborat bo'lib, 1040-1050°C da kuydirilgandan keyin sopolakning suv yutuvchanligi 16-17 % ni tashkil qiladi [15]. Ishlab chiqarish tannarxini pasaytirish, qisqarish va suvni yutish ko'rsatkichlarini saqlab turganda, olov haroratini pasaytirishning issiqlikka chidamliligini oshirish uchun quyidagi sopolak tarkibi ishlab chiqilgan %(massa bo'yicha): tuproq-45-55; shisha sinig'i 14-18 va soz tuproq 28-37 [16]. "Mayolika mahsulotlarini ishlab chiqarish uchun keramik massa" nomli maqolada muallif quyidagi sopolakning kimyoviy tarkibini keltirgan %(massa bo'yicha): o'tga chidamli tuproq 32-37, o'tga chidamsiz tuproq 5-32, shisha sinig'i 4-18, kvars qumi 1-30, 1-bosqichdagi sopolak 5-11,

diopsid 5-20. Ushbu massa tarkibi oq yonib turadigan mayolika mahsulotlarini ishlab chiqarishda foydalanish uchun mo'ljallangan [17]. Ko'rinib turibdiki, mayolika tarkiblari turlicha bo'lib, u asosan ishlatiladigan tuproq tarkibiga bog'liq.

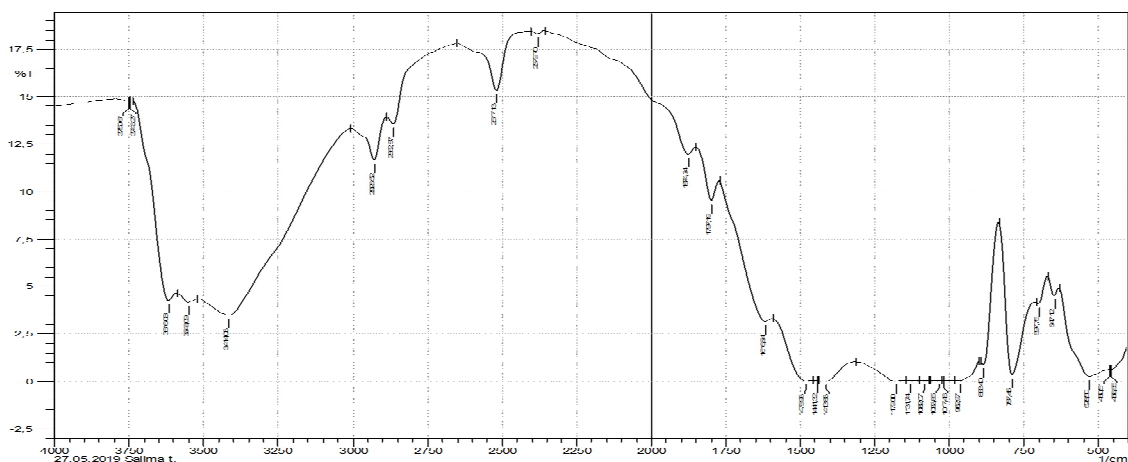
Tadqiqot usullari

Tadqiqot olib borishda quyidagi tahlil usullari va uskunalaridan foydalanildi: difraksion tahlil -kukun usulida Shimadzu uskunasi olindi, elektron-mikroskopik tasvirlar, rentgeno-spektral metodi bilan element analizi skanerlovchi elektron mikroskop SEM EVO MA 10 mikroskopida amalga oshirildi. Infraqizil spektroskopiya (IQ spektroskopiya) molekulyar spektroskopiya tahlil usullari turkumiga kirib, spektral tahlilda moddalarning kimyoviy tarkibi va tuzilishi atom va molekullarni nur o'tkazish va qaytarish spektrlarini tekshirish orqali olib boriladi. Bunda namuna KBr kukuni yordamida tabletka shakliga keltirilib, sifatli spektrlarni olish uchun moddaning tarqalish darajasida qismning o'lchami 2-7 mkm ga yetishi kerak.

Namunaning kimyoviy tarkibi - yuqori ishlab chiqarish quvvatiga ega bo'lgan energiya dispersion rentgen fluorescent spektrometr (Rigaku) uskunasi aniqlandi. Miqdoriy va sifat rentgenografik tahlil usuli- kukunli difraktometr XRD-6100 (Shimadzu, Japan) uskunasi amalga oshirildi. Bunda CuK α nurlanish (β -filtr, Ni, $\lambda=1.54178\text{\AA}$, rentgen trubkasidagi tok kuchi va



1-rasm. Kattabog' soztuprog'ining elektron mikraskopdagi ko'rinishi.



2-rasm. Kattabog' soztuproq'ini Infraqizilspektr tahlili.

kuchlanish 30 mA, 30 kV) ta'sirida bajarildi. Bunda detektorning doimiy aylanish tezligi 4 grad/min, 0,02 qadamda ($\omega/2\theta$ -bog'lanish) bo'lib, skanerlash burchagi 4° dan 80° ga qadar olib borildi. Namunalarning aylanish tezligi 30 ayl/min. ga teng bo'lgan aylanali kamerada tahlil qilindi. Tuproq namunasining qovushqoqlik va qumdorlik darajasi muvozanatlashtirilgan konus asbobida aniqlanib (GOST 21216-2014) laboratoriya sharoitida o'rganildi.

Olingan natijalar muhokamasi

Dastlabki bosqichda yangi xomashyo zahirasini aniqlashda Jizzax viloyatida o'rganish ishlari olib borildi va mazkur hududdagi Kattabog' QFYda tuproq zahirasi aniqlandi, hamda tadqiqotlar uchun tanlab olindi. Kattabog' soztuproq'i joylashish o'rniga ko'ra, aholi yashash joyidan ancha uzoqda va zaxirasi ko'lam 320 m³ ni tashkil qiladi. Tuproq sarg'ish rang bo'lib, qovushqoq xususiyatiga ega, tekshirish jarayonida quyidagi natijaga erishildi: qovushqoqlik - 7 % ni, qumdorlik darajasi 3,27% ni tashkil etdi. Demak, ushbu soztuproq qovushqoq xomashyo hisoblanadi. Olingan namunalarning kimyoviy tahlili o'tkazildi va tuproq namunasi tarkibida quyidagi element oksidlari mavjudligi aniqlandi (1-jadval): tuproq sarg'ish rang bo'lib, qovushqoq xususiyatiga ega, quyidagi natijaga erishildi: qovushqoqlik pribor konus usulida aniqlanib, bunga ko'ra, - 7 % ni, qumdorlik darajasi -3,27% ni tashkil etdi.

Kimyoviy tahlil natijasida bu tuproqda Al₂O₃ - 13,36 %ini tashkil qilib, nordon tuproqlar sinfiga mansub degan xulosaga kelinadi, lekin Fe₂O₃ -5,264 % ni tashkil qilishi esa bu tuproqni o'rtacha nordon sinfga mansubligini ko'rsatadi. CaO-10,29% ni tashkil etadi, demak, tuproq tarkibida CaCO₃ mavjud, bu esa g'ovaklikni oshiradi, ya'ni pishish jarayonida qisqarishga olib keladi.

“Kattabog' soztuproq” namunasini strukturasi va elementar tarkibi aniqlandi. Olingan natijalar 1 rasm va 2-jadvallarda keltirilgan.

Elektron mikroskop tadqiqotida quyidagilar aniqlandi: 1-2-spektrda Kattabog' soz tuprog'i strukturasi bir jinsli emasligini ko'ramiz.

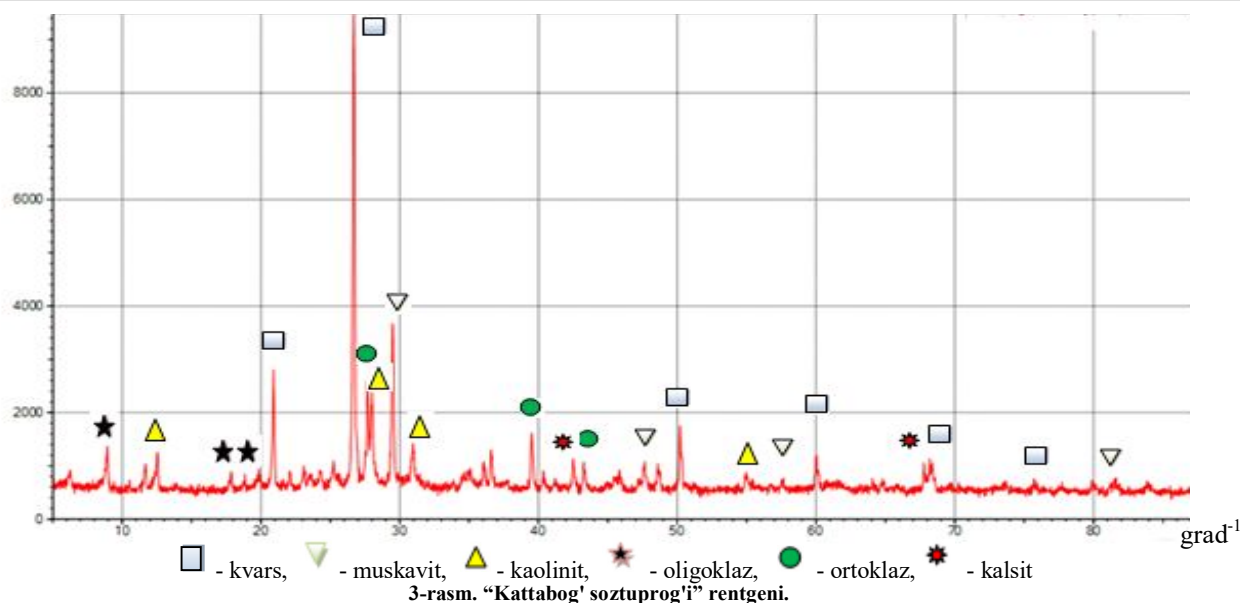
Shuningdek gidroslyuda, albit kaolinit, minerallariga taaluqli kristallar mavjudligini ko'rsatadi.

Kattabog' soztuproq namunasini IQ spektroskopiya tahlili (3-jadval)ga ko'ra, kalloidli fraksiyalarda egri chiziqlar tuproqsimon minerallar muskavit, gidroslyuda turiga mansubligini ko'rsatadi. [CO₃] bog'i CaCO₃, [O-H-O] bog'lari mavjudligi kaolinit bilan muskavit minerallari borligini ifodalaydi (2-rasm).

Tasvirdan ko'rinadiki, 550-400 va 1250-830 sm⁻¹ spektrlarda kuchli yutilish kuzatiladi bu esa silikatlariga xosdir. 1167, 787, 697, 528 sm⁻¹ spektrlarda α -kvartsga mos yutilish kuzatiladi. 1100 sm⁻¹ da esa SiO₄-tetraedrning valentli tebranishlari, 460-530 sm⁻¹ da esa deformatsion tebranishlar kuzatiladi. Si-O-Si bog'ning simmetrik tebranishi 787 sm⁻¹ ga mos keladi. 1200-950 sm⁻¹ dagi holatda Si-O-Si bog'ning assimetrik valentli tebranishiga mos keladi. Si-O kuchli bog'ning valentli tebranishi 1100 dan 950 sm⁻¹ gacha bo'lgan oraliqni o'z ichiga oladi. 1400-1470 sm⁻¹ oraliqdagi yutilishlar, kremniy kislorod tetraedrlar uchlaridagi OH-guruhning deformatsion tebranishiga mos keladi, bu esa dala shpatlari mavjudligini ko'rsatadi. 3750-3500 sm⁻¹ dagi yutilishlar qatlamli silikatlar strukturasi OH-guruhning valentli tebranishiga mos keladi. 3400 sm⁻¹ ga mos keluvchi yutilish, nuqsonli kristall bilan OH-guruh tebranishini ifodalaydi va bu alyuminiyning kremniy o'rniga almashganini ko'rsatadi. 900-1150 sm⁻¹ dagi keng yutilish oralig'i dala shpatlarining tartibsizligini ko'rsatadi [18].

3-jadval
Kattabog' tuprog'ining talablarga muvofiqligi

Ko'rsatkich nomi	Meyoriy miqdor GOST 9169-75	Kattabog tuprogi
Qovushqoqligi, %	7	7
Yirik dondli qo'shimchalarning miqdoriy o'lchami 0,5 mmdan katta emas, Ko'p emas, %	5	4
Pishish temperaturasi, °C	1100 gacha	1050-1100
Qisqarish, %	1-2	1,75
Suv yutuvchanligi, %	12-16	14



Kattabog' soztuproq tarkibida qanday tur va tipdagi minerallar mavjudligini, ularning struktura turi va mineral tarkibini sifat va miqdoriy baholash rentgenografik tahlili yordamida amalga oshirildi (3-rasm).

Olingan natijalar tahlili quyidagicha [19]:

kvarts- SiO_2 – 0,138; 0,1549; 0,1813; 0,3346, nm; muskavit - $\text{KAl}_2[\text{OH}]_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}$ -0,1295, 0,3346, 0,2565, 0,9984 nm, kaolinit- $\text{Al}_2[\text{OH}]_4[\text{Si}_2\text{O}_5]$ -0,166; 0,713; 0,354 nm, ortoklaz - $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ - 0,303, 0,181, 0,425 nm; kalsit - CaCO_3 - 0,160; 0,249; 0,302 nm minerallari mavjudligi aniqlandi.

3-jadvaldagi o'rganilgan xossalar bo'yicha olingan natijalar Kattabog' soz tuproqlari GOST 9169-75 "Keramik materiallar uchun tupoqsimon xom ashyolar" talablariga javob beradi.

Xulosa

Zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari - rentgeno-spektral metodi, rentgen fluorescent spektrometr, elektron mikroskopik tasvir va IQ spektroskopik tahlillar yordamida Kattabog' soz tuprog'ining fazali tarkibi aniqlandi, ularning asosiy fazalari kvarts, muskavit, ortoklaz, kaolinit va kalsitdir. Kattabog' tuprog'i zaxirasini tadqiqot qilish natijasida, ushbu tuprog' ikkilamchi tuproqlarning asosiy turi-soztuproqlar sinfiga mansubligi aniqlandi va fizik-kimyoviy tahlillar asosida o'rganildi. Olingan natijalar ushbu soztuproq keltirilgan talablarga javob berishini xisobga olgan holda, Kattabog' soz tuprog'idan sifatli fizik-texnik xususiyatlarga ega turli xil keramika mahsulotlarini, shu jumladan mayolika, g'isht, koshin va boshqa keramik buyumlarni ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida foydalanish mumkin.

REFERENCES

- Goggin J.M. Spanish majolica in the New World: types of the sixteenth to eighteenth centuries. In: *Yale University Publications in Anthropology*, 1968, no. 72.
- Jamieson R.W., Hancock R.G.V. Neutron activation analysis of colonial ceramics from southern highland Ecuador. *Archaeometry*, 2004, no. 46, pp. 569–583.
- Lister F.C., Lister R.H. The Potters' quarter of colonial Puebla, Mexico. *Hist. Archaeol.*, 1984, no. 18, pp. 87–102.
- Rovira B.E. Presencia de mayólicas Panameñas en el mundo colonial: algunas consideraciones acerca de su distribución y cronología. *Lat. Am. Antiq.*, 2001, no. 12, pp. 291–303.
- Rovira B.E., Blackman J., van Zelst L., Bishop R., Rodríguez C.C., Sánchez D. Caracterización química de cerámicas coloniales del sitio de Panamá Viejo. *Canto Rodado*, 2006, no. 1, pp. 101–131.
- Jamieson R.W. Majolica in the early colonial Andes: the role of Panamanian wares. *Lat. Am. Antiq.*, 2001, no. 12, pp. 45–58.
- Rice P.M. Political-ecology perspectives on new world Loza (majolica). *Hist. Archaeol.*, 2013, no. 17, pp. 651–683.
- Deagan K. *Artifacts of the Spanish Colonies of Florida and the Caribbean, Volume 1 - Ceramics, Glassware, and Beads*. Smithsonian Institution Press, Washington, 1987, pp. 1500–1800.
- Iñáñez J.G., Calparsoro Forcada E., Arana G., Solaun J., Escribano-Ruiz S., Rodríguez-Miranda A., Valle-Melon J.M. From inland to the coast: dry port customs, pottery and kilns in Basque Country (17th to 19th centuries). In: Paper Presented at the *Eighth World Archaeological Congress (WAC8)*, Kyoto, Japan, 2016.
- Lister F.C., Lister R.H. The first Mexican majolica: imported and locally produced. *Hist. Archaeol.*, 1978, no. 12, pp. 1–24.
- Lister F.C., Lister R.H. *Sixteenth Century Maiolica Pottery in the Valley of Mexico*. University of Arizona Press, Tucson, 1982.
- Long G.A. Excavations at Panama la Vieja. Fla. *Anthropol.*, 1964, no. 17, pp. 104–109.
- Olin J.S., Mers J.E. Old and new world Spanish majolica technology. *MRS Bull.*, 1992, no. 17, pp. 32–38.
- Ricci C., Ilaria B., Brunetti B., Sgamelotti A. A Study on late medieval transparent-glazed pottery and archaic majolica from Orvieto (Central Italy). *Archeometry*, 2005, no. 3, pp. 3–4.
- Галенко А.А. Зависимость послеобжиговых свойств керамической плитки однократного обжига от содержания щелочного каолина // Новые энерго- и ресурсосберегающие наукоемкие технологии в производстве строительных материалов: сборник статей Международной научно-технической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. – С. 23–25.
- Патент Св-во №1606496. "Сырьевая смесь для изготовления майолики". Логинов В.М., Будашкина Л.М., Гуралова Р.С. Дата публикации патента: 27.07.2000. <http://www.freepatent.ru/patents/2153479>
- Патент N1726441, CO4 B33124. "Керамическая масса для изготовления майоликовых изделий". Логинов В.М., Будашкина Л.М., Гуралова Р.С. Дата публикации: 20.11.2011. <https://findpatent.ru/patent/215/2153479.html>
- Plyusnina I.I. *Infra-krasnyye spetry mineralov*. Moscow, Izd. Moskovskogo Universiteta Publ., 1977. 174 p
- Kurochka P.N., Pleshko M.V. Razrabotka sostava angoba povyshennoy belizny bez ispol'zovaniya fritty [Development of the composition of the engobe of increased whiteness without the use of a frit.]. *Naukovedeniye*, 2014, vol. 24, no. 5, pp. 4–5.